Advisory Council on Science and Technology

Conseil consultatif des sciences et de la technologie

SUPPORTING DOCUMENT

4

Profile of the

Biotechnologies Sector

Prepared for the Expert Panel on Skills
by Gary Fletcher and Bert Pereboom

1999

Canada

101-00209/

PROFILE OF
THE BIOTECHNOLOGIES SECTOR

Advisory Council on Science and Technology
Expert Panel on Skills

This publication is also available electronically on the World Wide Web at the following address:
http://acst-ccst.gc.ca/skills

This publication can be made available in alternative formats upon request. Contact the Information Distribution Centre at the numbers listed below.

This document is part of a series of research documents that constitute background material for *The Report of the Expert Panel on Skills*. For additional copies of this publication, available on CD-ROM, please contact:

Information Distribution Centre
Communications Branch
Industry Canada
Room 205D, West Tower
235 Queen Street
Ottawa ON K1A 0H5

Tel.: (613) 947-7466
Fax: (613) 954-6436
E-mail: **publications@ic.gc.ca**

© Her Majesty the Queen in the Right of Canada (Industry Canada) 2000
Cat. No. C2-467/2000-29E-IN

Abstract

Although the modern biotechnology industry is only in its infancy, the large market potential for health and agri-food products has created high expectations for rapid growth in industry and employment. The products of the industry, most involving new uses of genetic materials, show potential for medical breakthroughs and more environmentally friendly agriculture, aquaculture, forestry and mining. Consumer education as well as demonstration that the products of the industry are safe in the long term are significant challenges for the industry.

The industry currently employs a highly skilled work force, with about 50 percent of employment in research and development. However, the industry faces a critical shortage of skills associated with management and the commercialization of products under development.

The skills most needed are those of managers with a science background and with expertise in business development, domestic and international regulatory requirements, technology transfer, strategic alliance development, production scale-up, and investor relations. Shortages also exist for quality control/quality assurance managers, clinical trial managers and managers with expertise in intellectual property issues. Managers with these skills are in short supply worldwide, and competition for qualified people is intense.

Contents

Abstract ii

Industry Sector Characteristics 2

The Challenge of the Future 2
Current Situation 6

Characteristics of Employment 9

Critical Skill Needs and Gaps 10

Skill Needs 10
Skill Gaps 10

Recruitment, Training and Development Patterns 12

Human Resource Strategies 12
Emigration Issues 12
Educational Requirements 13
Sources of Personnel Supply 14
Personnel Supply Issues 14

Overview: Keys and Obstacles to Success 16

Finance and Risk 17
Skill Requirements 17

Best Practices and Case Study Profiles 18

Biotechnology Human Resource Council 18
Companies 19
Universities 20

Appendix I: Source Data 21

Web Sites: 22

Appendix II: Segments of the Biotechnology Industry (As described in Statistics Canada's Biotechnology Firm Survey, 1997) 23

Appendix III: Individuals and Organizations Consulted 25

INDUSTRY SECTOR CHARACTERISTICS

The Challenge of the Future

Industry Potential

Canada currently has about 5 percent of the world biotechnology market, with global sales of biotechnology products estimated at US$22 billion in 1997. The global biotechnology market is forecast to grow to US$50 billion by 2005. Almost 75 percent of sales are expected to come from bio-pharmaceutical products and about 24 percent from agricultural biotechnological products. The Canadian industry is expected at least to maintain its market share, which implies growth at the forecast global rate of 10 percent per year.[1]

The large number of new products developed through biotechnology reinforces the expectations for high growth rates in this sector. Areas of product development include new diagnostic and therapeutic agents in the medical field, disease-resistant plants in agriculture, chemicals and enzymes to promote efficiency in industrial processes, and pesticide and tree treatments that improve the health and growth rate of trees.

Bio-pharmaceuticals

Over the past decade. the bio-pharmaceutical segment of the sector, the largest segment of the biotechnology sector, grew at an annual rate of 10 percent. The health segment in Quebec has been growing at a much faster rate, with employment increasing at about 25 percent per year since 1991.[2]

Currently there are fewer than 20 bio-drugs on the market, with six accounting for about 80 percent of sales. However, there are some 300 bio-therapeutic products in the development pipeline, representing 30 percent of all drugs under development. More than 40 percent of the new drugs currently in clinical trials are products of biotechnology.[3]

[1] National Biotechnology Advisory Committee, *Sixth Report 1998: Leading into the Next Millennium*, "Industry Canada, 1998.
[2] Biotech Québec 1997 – Portrait de l'industrie, MICST, Direction des industries de la santé.
[3] Factsheet – Biotechnology: The Benefits, Bio-industries Branch, Industry Canada, August 1998.

Industrial Enzymes

The worldwide demand for industrial enzymes is estimated at US$2.3 billion, and growing at 5 percent per year. The most important applications are detergents, which account for 40 percent of demand, food (35 percent) and textiles (14 percent). There are also important applications developing in the area of mineral leaching, pulp and paper processing, and mill effluent treatment. Currently 50 percent of industrial enzymes are produced through genetic engineering.[4]

Agriculture

The strongest growth is projected for the agri-food sector, particularly for transgenic plants and products for animal health care. However, public acceptance of the products of biotechnology is a major concern. European countries have refused to buy unlabeled engineered food from Canada, though some commentators believe that this is more of an attempt to erect trade barriers than to ensure food safety.

Aquaculture

Products related to fish cultivation currently represent only a small segment of the world biotechnology market, but aquaculture is expected to play a major role in food supply throughout the next century. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) calculates that the annual demand for seafood will outstrip the capacity of the wild fishery by 55 million tonnes by 2025.[5] The balance will need to be provided by fish farming operations. This is an area where biotechnology is expected to play a major role in enhancing the health and the feeding efficiency of the fish stock, through the development of genetically engineered fish, and diagnostics and treatment of infectious diseases.[6]

Forestry

Biotechnology also plays a role in the forestry sector. It is a particularly important enabling technology for this sector enhancing the growth rates of trees, and producing products and tree stocks that help increase resistance to disease and insect damage, and enhance forest biodiversity. Products of biotechnology are also used in environmentally friendly pulp production and in the treatment of mill effluents.

---

[4] Bio-Industries: Growth Prospects for the Industry, Sector Competitiveness Frameworks Series, Industry Canada, *Strategis* Web site, April 1998.

[5] Aquatic Biotechnology: A Discussion Document for the Renewal of the Canadian Biotechnology Strategy, *Strategis* Web site, April 1998.

[6] Factsheet – Biotechnology: The Benefits, *op. cit.*

Biotechnology as an Enabling Technology

Because biotechnology is an enabling technology, it has an increasingly important role to play in enhancing competitiveness, growth and environmental sustainability in many sectors of the economy. Biotechnology will play a role in the development of new products and production processes in the pharmaceutical, pulp and paper, and agri-food industries, and in many other sectors.

Financing Issues

The biotechnology industry is a science-driven sector and is characterized by major investments in research and development (R&D), and long lead times to commercialization. For example, to bring a new diagnostic product to market takes three to five years and costs between $1 million

between $150 million and $250 million.[7] In a recent Statistics Canada survey of the industry, it was reported that over half of the companies in the industry spend more than 50 percent of their revenues on R&D.[8] With these industry characteristics, financing becomes a major concern for new start-ups and for continuing R&D programs.

Although there are prospects for high returns, sales and payback have not lived up to expectations, and this appears to have resulted in a downturn in investor confidence. The flow of venture capital has slowed, and the weak equity markets of the past year have made it difficult to raise start-up capital. In the Statistics Canada survey, 64 percent of the firms cited access to capital as their "most pressing hurdle" to commercialization.[9]

Strategic Alliances

The financing issue has meant that strategic alliances with large multinational companies have become common in order to share high R&D costs. This also allows the smaller companies to obtain managerial and regulatory expertise, and the marketing know-how of the multinationals. Because of these factors, the large multinational pharmaceutical companies are now the principal source of funding for biotechnology firms in the United States.

Multinational drug companies have also entered into alliances with Canadian bio-pharmaceutical companies, and in exchange receive worldwide marketing and manufacturing rights to Canadian developed products. In agricultural biotechnology, there is also a trend toward consolidations and

[7] Industry Canada, Bio-Industries Part 1: Overview and Prospects, Sector Competitiveness Framework Series, Bio-Industries Branch, 1997.
[8] Survey results are reported in *Canadian Biotechnology 98 – Success from Excellence,* BIOTECanada, 1999.
[9] BIOTECanada, *Ibid.*

acquisitions by the large multinational chemical and agricultural companies.[10] Results from the Statistics Canada survey show that 69 percent of biotechnology firms have R&D partnerships in place, 49 percent have marketing alliances and 29 percent were involved in manufacturing alliances.[11]

Government Support and Research Collaboration

Government support for the industry is very important. Because of the high R&D costs, Canada's R&D tax credits are a key factor for continued industry growth. There are also high levels of government funding for basic biomedical research. Governments also provide a considerable amount of the research infrastructure. In the agri-food sector, much of the R&D activity is undertaken in government laboratories and universities.

There has been a greater focus on research collaboration between the public sector and industry in recent years. For example, the collaboration between the National Research Council Canada (NRC), Agriculture and Agri-Food Canada, and AgroEvo (a German company) led to the development of Innovator Canola, the first major crop developed through agricultural biotechnology to be commercially used.

Industry observers believe that Canada has a cost advantage in comparison with the United States undertaking biotechnology R&D. This cost advantage, along with reported first-class R&D facilities and an apparent above-average capability in conducting clinical trials, has attracted some international companies to set up operations in Canada.[12]

Regulatory Issues

The regulatory environment is a critical factor in industry success. Biotechnology products fall into several regulated categories: foods, medicine, diagnostics and environmental agents. They are regulated under a range of laws administered and enforced by a number of federal and provincial departments and agencies. Canada's complex regulatory process is seen as a major challenge facing biotechnology companies, as delays in the regulatory process have an effect on market access and a direct impact on the rate of return on investment. The regulatory process, therefore, is a major concern for the industry.

There is some support within the industry for deregulation, following the trend in the United States. Consumer groups, however, are urging more stringent legislation and controls on biotechnology. The industry also sees the need to assure the public safety of biotechnology products via a thorough, transparent and efficient approval process.

---

[10] Industry Canada, *op. cit.*
[11] BIOTECanada, *op. cit.*
[12] Industry Canada, *op. cit.*

Other Factors Affecting Growth

The principal techniques at the core of this sector involve the industrial use of recombinant DNA, cell fusion and novel bioprocessing techniques. At present, there is an international cooperative effort under way to catalogue the entire 100 000-gene human genetic code. This work is expected to be completed by 2004, and will lay the foundation for an acceleration of the development of biomedical products.

There are factors in place that provide the Canadian industry with the opportunity for continued growth. Canada is considered to have a strong research infrastructure base, high calibre technical personnel, and a relatively low cost per researcher. There is a research tax advantage compared with the United States, and an above average capability in conducting clinical trials.[13]

There are also some uncertainties and factors that can slow the growth rate. The availability of capital, along with industry concerns about the regulatory environment, issues of intellectual property protection, and the availability of highly qualified human resources are important in this regard.[14]

Public interest groups have raised a number of questions about the merits and risks of genetically engineered foods and drugs in comparison with conventional products. Consumer concern about the environmental impact of introducing biotechnology-derived products is also pointing out that the ecological consequences are largely unstudied and unknown. Ethical and social questions with respect to some applications of biotechnology have also been raised.

The federal government's biotechnology strategy, the Canadian Biotechnology Strategy, is currently under review. While the new initiatives that result from the strategy are likely to provide enhanced support for biotechnology, the new strategy is also likely to address rising consumer concerns about the technology.

Current Situation

Industry Definition

Although often referred to as an industry, "biotechnology, broadly defined is the applied use of living organisms or their components to make or modify products, to improve plants or animals and to develop micro-organisms for specific uses.... A narrower definition (often called 'new' or second-generation biotechnology) restricts the term to the use of recombinant DNA, monoclonal

[13] Industry Canada, *Ibid.*
[14] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*

antibody and other modern techniques arising from applications of molecular biology."[15] This narrower definition is the one assumed in this profile.

Because it is an enabling technology used in different sectors, the products derived from biotechnology are not differentiated within the Standard Industrial Classification code. This means that data on sales, trade and employment have not been available from Statistics Canada. However, the recent Statistics Canada survey of the industry helps fill in some of the gaps.[16] Applications of biotechnology in various sectors of the economy include the development of disease- and insect-resistant plants, herbicide- and frost-tolerant plants, diagnostic and therapeutic agents, chemicals and enzymes to promote efficiency in industrial process, and environmental remediation technologies.

Industry Characteristics

Statistics Canada's survey of the biotechnology industry conducted in 1998 estimated that there were 282 companies whose core business was biotechnology. Most of these companies were small companies, with almost 72 percent of them employing only 50 or fewer employees. Only 12 percent of the companies employed more than 150 employees. Revenues for 1998 were estimated at around $1.1 billion. Canada has 5 percent of the global market. The health care sector accounts for 50 percent of biotechnology sales, while agricultural biotechnology products account for 44 percent of sales.[17]

Regional Distribution

Some 31 percent of the biotechnology companies in Canada are located in Quebec, 25 percent are located in Ontario, 20 percent in British Columbia, 18 percent in the Prairies, and 6 percent in the Atlantic region.
Quebec is the 10th largest centre for biotechnology in North America, and leads Canada's commercialization and production of biotechnology products. Ontario is the 13th largest biotechnology region in North America. Saskatoon has an advanced agricultural biotechnology sector centred around the University of Saskatchewan and the NRC's biotechnology institute. Vancouver has a strong health biotechnology cluster. Both Vancouver and the Atlantic provinces have significant core research capability in aquatic biotechnology.

[15] Industry Canada, *op. cit.*
[16] BIOTECanada, *op. cit.*
[17] *Ibid.*

Unionization and Professional and Industry Associations

Up to this point in the development of the industry, with the focus having been on research, the majority of employees are scientific personnel. Currently R&D personnel make up 41 percent of total employment and are mainly PhDs and lab technicians.[18] Many of the scientific personnel are members of the relevant professional societies.

The following are most important industry associations and government agencies serving Canada's biotechnology industry:

- Ag-West Biotech Inc.
- Agriculture and Agri-Food Canada
- B.C. Biotechnology Alliance
- BIOTECanada
- Biotechnology Human Resources Council
- Canadian Agri-Food Research Council
- Canadian Biotechnology Advisory Committee
- Canadian Forest Service
- Department of Fisheries and Ocean
- Forest Engineering Research Institute of Canada
- Forest Renewal B.C.
- Forintek
- Medical Research Council of Canada
- National Research Council Canada
- Natural Resources Canada
- Networks of Centres of Excellence
- Nova Scotia Biotech Working Group
- Pharmaceutical Manufacturers of Canada
- Pulp and Paper Research Institute of Canada
- Quebec Association of Bio-Industries
- Toronto Biotechnology Initiative

[18] *Ibid.*

CHARACTERISTICS OF EMPLOYMENT

Because of the lack of official statistics, estimates of total employment in the industry have varied, ranging from 8000 to 20 000. (For example, 8000 was cited in Paget, 1996;[19] just under 10 000 in the recent Statistics Canada survey[20]; 11 000 in the Ernst and Young study cited in the National Biotechnology Advisory Committee Sixth Report 1998;[21] and 20 000 was cited by an industry representative in a November 1996 newspaper article.[22]) Much of the differences in estimates are likely due to differing definitions of the sector.

The lower estimates of employment levels do not include the employment of personnel in universities, hospitals and research centres who are focussing on extramural biotechnology research investment placed by both global and domestic private sector companies. The employment of biotechnology researchers in government laboratories is also excluded.

Generally, the work force is highly educated and highly skilled, with the majority of personnel in the sector having university degrees. Many of the scientific and technical employees in the biotechnology industry have postgraduate degrees in a variety of disciplines, including biology, chemistry, physics and engineering. Degree-holding individuals are concentrated in sales, marketing, and R&D occupations. Manufacturing workers are generally less highly educated.

Comparative data to determine whether or not pay rates are competitive with similarly qualified workers employed in other sectors, and whether or not pay rates are rising (the market signal for emerging shortages) are not currently available. Indications from an on-line survey administered by personnel systems indicate that pay increases in this industry have been close to the economy-wide average.

---

[19] The Paget Consulting Group, *Building Long-Term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology,* 1996.
[20] BIOTECanada, *op. cit.*
[21] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[22] "Patents vital, biotech leader says," *The Globe and Mail*, November 28, 1996.

CRITICAL SKILL NEEDS AND GAPS

Skill Needs

The 1996 Paget Human Resources study examined the human resource requirements of firms at each stage of development: early start-up, pre-clinical or field trials, clinical/field trials and full commercialization. In general, biotechnology integrates disciplines such as biology, genetics, microbiology, biophysics, biochemistry, chemical engineering and computer science.

Not only are individuals with multidisciplinary backgrounds sought, but within the research team itself there is a need for researchers with a range of different backgrounds.[23] Product development teams tend to involve specialists in a number of areas. At the University of Alberta, for example, a research team working on an agri-food project involves a physiologist, a nutritionist, a biochemist and a molecular biologist.

The Paget study forecast that industry growth will create 4000 new jobs by the end of the decade, including 1300 in research, technical and support activities, 2000 in commercialization, and 700 in management.[24] Companies surveyed in the Statistics Canada study anticipated employment growth of 10 percent per year.[25]

Without ready access to skilled people and the facilities in which the commercial products will ultimately be produced, successful development and production scale-up is difficult to achieve. Cross-degree scientists are increasingly being sought. An example of this multidisciplinary approach would be represented by a person with chemistry, plus a divergent post-doctoral degree such as cell biology and computer skills.

An MBA with a science background is also desirable, as there is a strong need for managers who understand both the research side and the business side of running a biotechnology company.

Skill Gaps

Staff requirements differ at each stage in a product or service life cycle. Shortages are expected to be driven over the next five years by the move from technology research to commercialization. There is a critical need for managers with a background in science and business, with expertise in

[23] Paget Consulting Group, *op. cit.*
[24] Paget Consulting Group, *op. cit.*
[25] BIOTECanada, *op. cit.*

both domestic and international regulations, investor relations, international business development, and strategic alliance development.

It is unlikely that the Canadian industry has achieved the critical mass to find managers with the skills needed, and companies are going abroad to recruit managers with the necessary expertise. The industry has stressed the importance of salary and income tax harmonization, and an expedited immigration process to recruit the highly qualified key personnel needed for the successful commercialization of products currently in the development pipeline.[26]

Computer-based competencies such as bio-informatics and molecular modelling are also becoming more important as companies and researchers deal with the integration of traditional and information sciences.

With the growth of the industry, government regulatory agencies are also expected to require more staff and more expertise to handle the additional demand for new product approval. The National Biotechnology Advisory Committee placed top priority on the availability of highly qualified human resources, along with the development of competitive policies on intellectual property protection and regulatory approvals as the key ingredients for industry success.[27] The Paget Report also pointed out that growth in the industry is likely to be curtailed by a shortage of suitably qualified people.[28] The human resource issue is regarded as one of the most important challenges facing the industry.

The Statistics Canada survey of biotechnology firms in Canada, conducted in 1998, reported 1900 unfilled positions (20 percent of current employment) in core biotechnology firms. More than half of these vacancies were in small companies. Problems were reported in recruiting technical, production, scientific and R&D staff.[29]

[26] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[27] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[28] The Paget Consulting Group, *op. cit.*
[29] BIOTECanada, *op. cit.*

RECRUITMENT, TRAINING AND DEVELOPMENT PATTERNS

Human Resource Strategies

Because the bulk of the industry is composed of firms with only a few employees, the development of a formal human resource strategy generally lags behind the development of other aspects of business strategy. The larger companies have formalized their human resource policies, but with the smaller companies (fewer than 35 employees) more informal approaches are used.

Specialization is the norm in the biotechnology industry. Because the Canadian industry is small, there is a relatively small pool of people with the required skills on which companies can draw. This leads to foreign recruitment of people with the type of expertise the industry needs. Even the international pool of skilled people is limited, and the competition for qualified people is expected to intensify.

Using co-op programs is a preferred approach for many companies recruiting university and college students. Companies seek graduates who are at the forefront of emerging fields, such as molecular medicine, gene therapy, signal transduction, combinatorial library and genomics.

The Biotechnology Human Resource Council has recently set up a job bank for the industry. It maintains a data bank of the résumés of skilled biotechnology employees and potential employees, as well as available biotechnology positions. Although it is presently operating only on a small scale, it has the potential to become a valuable placement tool for the industry and people with the relevant skills seeking employment in the industry.

Emigration Issues

Although the demand for skilled people is growing in the biotechnology industry, there is a considerable loss of skilled workers to other countries. This appears to be happening at two levels. Despite the fact that the industry is continually seeking to recruit researchers with particular specialties, the absorption rate of newly graduated PhDs and post-doctoral students is reputed to be low. The reasons for this are unclear.

The reduction in government spending over the past few years no doubt has played a role in the decrease in recruitment by government research facilities and universities. A relatively low absorption rate may also be attributed to the possible mismatch between the specialties of people with PhDs and the particular specialty companies require. Because the industry in the United States is so much larger, the people with PhDs find it easier to obtain positions there.

At another level, there has been a loss, to the United States especially, of people the industry calls their "stars" — the highly skilled people who companies can ill afford to lose. The industry has blamed the loss of people and the difficulty in recruitment abroad to the higher personal income taxes in Canada compared with the United States.

According to one report, in 1996 Canada lost 30 percent of its bio-pharmacy workers to countries such as the United States.[30] An initiative to upgrade the country's research laboratories may help mitigate this situation. The Canada Foundation for Innovation has received $800 million in federal government funding to help reduce the brain drain through the upgrading of facilities in hospitals, colleges and universities.

Educational Requirements

A career in biotechnology can be pursued with education from a technical or vocational school, community college, or university, depending on the level of training desired (i.e. a university degree is not required if career aspirations do not include conducting original research).

Most biotechnology employers consider a B.Sc. to be the required entry level for a research career. There are then good opportunities for advancement to supervisory jobs, or for using the basic training as a foundation for moving into other areas such as marketing or regulatory affairs.

Job opportunities for those who have completed an M.Sc. are mid-level positions often involving supervision. There may be opportunities for original research. A doctorate is usually the prerequisite for planning and conducting original research.

At the university level, the study of biology, chemistry and physics is important for entry into the biotechnology field. Agriculture, veterinary science, microbiology or engineering also make good choices, depending on where interests lie.

At a community college level, courses should give a good grounding in basic animal, plant, chemical and microbial science. Graduates are trained to work in laboratories and research facilities in a variety of different areas. Opportunities for advancement are generally confined to technical and production areas of operations.

---

[30] *The Globe and Mail*, February 16, 1998.

Sources of Personnel Supply

Most of Canada's 66 universities offer various programs in biosciences. The Biotechnology Human Resource Council released a report, *An Inventory of Biotechnology Education in Canada,* in November 1998, which sets out an "inventory of biotechnology education at all Canadian colleges and universities.... The course content and program material from 128 colleges and 66 universities across Canada was reviewed" to identify "those programs offering education and training applicable to the biotechnology industry."[31]

The Paget study notes that "universities and community colleges should be able to handle the demand for post-doctoral fellows, postgraduates, university graduates and technicians." The capability gap will relate more to the specialized requirements of emerging fields in biotechnology, and in the area of intellectual property and regulatory requirements.[32]

Personnel Supply Issues

Canadian companies have indicated that experienced scientific and management personnel are in short supply.[33] According to Industry Canada, the country seriously lacks programs to nurture management skills pertaining to product development, strategic alliance management, international regulation and technology transfer, all of which are required by Canada's strong core of established R&D-driven companies.[34]

Companies also point out that new science graduates lack the skills related to the business aspects of the sector. The success of a firm in this industry often requires that research personnel have entrepreneurial skills. In addition, employers often find that new graduates are usually quite knowledgeable in their discipline of study but that they often lack the "real world" workplace skills, such as working to deadlines, understanding the practical needs of the firm's clients, total quality management, and so on.[35]

The National Biotechnology Advisory Committee recommended that undergraduate programs should be developed along with an apprenticeship/internship program at the postgraduate level to

---

[31] Biotechnology Human Resource Council, *An Inventory of Biotechnology Education in Canada*, November 1998.
[32] Paget Consulting Group, *op. cit.*
[33] Paget Consulting Group, *op. cit.*, and National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[34] Industry Canada, *op. cit.*
[35] Task Force on Labour Market Issues, *Sectoral Skill Needs and the Role of Universities*, Office for Partnerships for Advanced Skills, Council of Ontario Universities, Ontario Ministry of Education and Training, March 1998.

give science students vital business experience. The training and development of skilled managers through new programs in universities and business schools is a long-term solution to skill shortages, while adjusted immigration rules can help to address the situation in the short term.[36]

Because specialization is very focussed in scientific fields, it is likely that companies will need to broaden and intensify their internal training efforts. However, the biotechnology sector is also a relatively new sector, and companies in the early stages of development need to focus on technical and scientific issues. In addition, the majority of firms employ fewer than 10 employees The result is that companies in the biotechnology sector are not as advanced in developing human resource strategies as those in more mature industries with greater proportions of large firms. The establishment of the Biotechnology Human Resource Council has become very important to assist the industry in the development of comprehensive human resource strategies.[37]

The research departments of some universities have links to biotechnology companies, which can provide important exposure to the field and to the industry as a whole. Co-op education and internship programs provide practical experience and valuable opportunities for future employment.

Interviews conducted with biotechnology firms in Saskatchewan and the Atlantic provinces on behalf of the Expert Panel on Skills indicated that recruitment issues had eased somewhat in the past two years, but that recruitment difficulties in Saskatchewan had worsened in recent years.

[36] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[37] Task Force on Labour Market Issues, *op. cit.*

OVERVIEW: KEYS AND OBSTACLES TO SUCCESS

The huge potential market in health and agri-food for the products of biotechnology has created very high expectations for the industry. Furthermore, the ongoing increase in the basic knowledge base on which the industry relies, such as the cataloguing of the genetic code, points to the provision of a foundation for an explosive increase in the rate of product development.

With its strong research infrastructure, high quality technical personnel, above average capability in conducting clinical trials, and relatively low cost per researcher, Canada is well positioned in many respects to take advantage of increasing market growth.

However, there are public concerns about the technology, especially regarding its application in agri-food. Consumer acceptance is becoming a major issue, particularly in European markets, where public opinion seems to have shifted against genetically modified foods.

The National Biotechnology Advisory Committee placed top priority on the availability of highly qualified human resources, along with the development of competitive policies on the protection of intellectual property and on regulatory approvals, as key elements of the industry's success.[38] The Paget Report also pointed out that growth in the industry is likely to be curtailed by a shortage of suitably qualified people.[39] The human resource issue is regarded as one of the most important challenges facing the industry.

The National Biotechnology Advisory Committee has made a number of recommendations that it believes will provide a more solid base for the industry to achieve its potential. Continued and enhanced government support is necessary for basic research and improved research infrastructure. The committee also recommended that work is needed to make the regulatory process more efficient, and that a more effective intellectual property protection system is needed.

[38] National Biotechnology Advisory Committee, *op. cit.*
[39] Paget Consulting Group, *op. cit.*

Finance and Risk

Although there is great market potential, there also many risks and uncertainties. Long lead times are required between the research stage and commercialization. This involves major costs, and there are no guarantees for success when a potential product is moved into lengthy field or clinical trials.

There are more than 100 products in the product development pipeline, but the pipeline seems be to becoming longer, and that the expected high returns from successful commercial introductions are being pushed further into the future. With a downturn in investor confidence, financing has become more difficult.

Skill Requirements

A critical factor for the industry is a shortage of highly skilled human resources, particularly managers with a unique set of skills. For the successful commercialization of products, the industry needs managers with a science background and with expertise in domestic and international regulatory requirements, technology transfer, strategic alliance development, and investor relations.

The demand for the type of people with the range of skills required cannot be met quickly by the educational system. In the short term, the industry has recommended some changes in the immigration regulations that would allow such positions to be filled from abroad. For the long term, the industry is working with educational institutions to develop programs that will eventually meet the industry's needs.

BEST PRACTICES AND CASE STUDY PROFILES

Biotechnology Human Resource Council

The Biotechnology Human Resource Council (BHRC) was established on April 1, 1997, in response to a series of recommendations proposed by *Building Long-term Capability Now*, a joint industry-government study on the Canadian biotechnology human resources situation. In partnership with all stakeholders (industry, academia and government), the council helps to develop, train and retain a highly skilled work force to allow the sector to grow and increase its international competitiveness.

BHRC is developing and delivering a number of projects, including the following:

- University and College Programs Review: BHRC is collecting data on biotechnology and biotechnology-related programs offered by Canadian colleges and universities. This data will be used to compare current program offerings with the competency requirements of industry, in order to identify any gaps in post-secondary training. In addition, BHRC will prepare a status report for universities and colleges, with a view to having a long-term impact on the design and content of programs. This program review was completed in May 1998, and a report released in November 1998.

- Biotechnology Skills Inventory: BHRC has recently published an inventory of the skills required for a series of biotechnology job categories – after this Profile was completed.

- Biotechnology Careers and Programs Reference Guide: BHRC has developed a national guide to careers available in the biotechnology industry in Canada. This guide describes the career opportunities available, educational training requirements and the Canadian post-secondary institutions offering suitable training.

- Canadian Biotechnology Job Bank: BHRC currently maintains a data bank of résumés of skilled biotechnology employees and potential employees, as well as available biotechnology positions.

- Training Program Series: Select training programs under consideration include entrepreneurship/commercialization, scientific management, regulation and compliance, intellectual property strategies, biotechnology financing, and essential skills (e.g. communication).

- BHRC has initiated a Youth Internship Pilot program that offers young people work experience in biotechnology companies, assisted by wage subsidies provided by the federal government. The first phase calls for the creation of 25 to 50 positions, with subsequent expansion dependent on the success of the initial phase.

- BHRC has also established a number of task forces to focus on the specific training or knowledge requirements of different segments of the biotechnology community. The following task forces have been established: skills development, labour market research, standards/certification, career development and immigration strategies. Each task force will serve an advisory role to BHRC, evaluate data, and help coordinate the projects and activities targeted to their area communities.

Companies

Industry has contributed heavily to dealing with human resource issues through BHRC. Many firms are relatively small and unable to support large human resource departments, and the council offers opportunities to deal with many issues collectively, including communication between industry and academia on curriculum issues, career awareness and promotion, wage and salary benchmarking, and related initiatives.

Since 1994, the Connaught Student Biotechnology Exhibitions have provided high-school students with an opportunity to develop science projects in ways that emulate the "real world" of scientific research. Research proposals are reviewed by professionals, successful applicants are awarded small grants to pay for research costs, and projects are assigned mentors from the local biotechnology community. In partnership with a number of government, academic, and private sector sponsors, the founding company, Pasteur Marieux Connaught, is supporting the expansion of the program beyond its Toronto roots to communities across Canada. The exhibitions are intended to "raise awareness among students, educators and the public about biotechnology and its applications in such fields as health care, agriculture and the environment."[40]

[40] Quoted from promotional materials at **http://www.connaughtbioexpo.com/**

Universities

Efforts in British Columbia universities include the development of a multi-institutional B.Sc. program in biotechnology that can be linked to graduate programs in law, business and science.

The University of Saskatchewan is putting a "virtual" program in place that also emphasizes the multidisciplinary expertise that is needed by the industry.[41]

The Department of Chemical and Biochemical Engineering at the University of Western Ontario has developed a number of programs, effective September 1998, in B.E.Sc. And Honours Business Administration (five years), B.E.Sc. and B.A. in Economics (five years), B.E.Sc. and Law (six years), B.E.Sc. and B.Sc. in Environmental Science (five years), and B.E.Sc. and B.Sc. Scholars Electives Program in Genetics.

Queen's University has introduced a combined science and business program in which students can earn an M.B.A. in Science and Technology.

The University of Toronto has proposed a Master of Biotechnology Program that is designed to equip science and applied science graduates for a career in the biotechnology or pharmaceutical industries. The program provides students with a firm grounding in the science of biotechnology and an introduction to the management of biotechnology organizations.

[41] CBS Sector Consultation: Summary Reports, Agriculture and Agri-food, p. 6.

APPENDIX I: SOURCE DATA

BIOTECanada Human Resource Council, *An Inventory of Biotechnology Education in Canada*, November 1998.

BIOTECanada. *Canadian Biotechnology '98 — Success from Excellence*, April 1999.

The Economist. "Food for thought." June 19, 1999, Internet edition.

The Economist. "Who's Afraid." June 19, 1999, Internet edition.

Ernst and Young. *Canadian Biotech '97: Coming of Age.*

The Globe and Mail. "Patents vital, biotech leader says." November 28, 1996.

Gravelle, Michelle. *Skills Challenges Facing Key Sectors of the Canadian Economy. A Consultation Report.* August 1998. Industry Canada. [Typescript.]

Human Resources Development Canada. "The Bio-Pharmaceutical Sector (Draft Overview of the Sector)," August 1998. [Typescript].

Human Resources Development Canada. "Biotechnology in Agriculture (Draft Overview of the Sector)," August 1998. [Typescript].

Human Resources Development Canada. "The Biotechnology Industry in Canada (Draft Overview of the Sector)," August 1998. [Typescript].

Human Resources Development Canada. "Biotechnology in the Canadian Forestry Industry (Draft Overview of the Sector)," August 1998. [Typescript].

Human Resources Development Canada. "Biotechnology in the Fishing Industry in Canada (Draft Overview of the Sector)," August 1998. [Typescript].

Industry Canada, Bio-Industries. *Background Analysis.* Sector Competitiveness Framework Series, on *Strategis* Web site (**http://strategis.ic.gc.ca**), June 1998.

Industry Canada. *Bio-Industries. Part 1 — Overview and Prospects.* Sector Competitiveness Framework Series, Bio-Industries Branch, 1997.

Industry Canada. *Factsheet: Biotechnology — The Benefits*, Bio-Industries Branch, August, 1998.

Industry Canada. *Pharmaceutical Industry. Part 1 — Overview and Prospects*, Sector Competitiveness Framework Series. Health Industries Branch, 1997.

Industry Canada. *Renewal of the Canadian Biotechnology Strategy* (various decks and papers), Canadian Biotechnology Strategy Task Force, Spring 1998.

Ministère de l'industrie, du commerce, et de la science et de la technologie, Biotech Québec 1997 — Portrait de l'industrie. Direction des Industries de la santé.

National Biotechnology Advisory Committee. *Sixth Report 1998: Leading into the Next Millennium*. Industry Canada, 1998.

Sangster, Derwyn. "Critical Skills in Five Canadian Industries — A Summary Report on Sectoral Interviews." Advisory Council on Science and Technology Expert Panel on Skills, July 1999.

Task Force on Labour Market Issues. *Sectoral Skill Needs and the Role of Universities*. Office for Partnerships for Advanced Skills, Council of Ontario Universities, Ontario Ministry of Education and Training, March 1998.

The Paget Consulting Group Inc. *Building Long-term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology, The Paget Report*, 1996.

Web Sites

Ag-West Biotech (Saskatoon): **http://www.agwest.sk.ca/**

B.C. Biotechnology Alliance: **http://www.biotech.bc.ca/bcba/Default.htm**

BIOTECanada Human Resource Council: **http://www.biotech.ca/**

Québec Biotechnology Innovation Centre: **http://www.cqib.org/indexe.htm**

InfoBiotech Canada: **http://www.ibc.nrc.ca/ibc**

Pharmaceutical Manufacturers Association of Canada: **http://www.pmac-acim.org/**

Toronto Biotechnology Initiative: **http://www.torontobiotech.org/**

APPENDIX II: SEGMENTS OF THE BIOTECHNOLOGY INDUSTRY (AS DESCRIBED IN STATISTICS CANADA'S BIOTECHNOLOGY FIRM SURVEY, 1997)

Human Health

- Diagnostics (e.g. immunodiagnostics, gene probes, bio-sensors)
- Therapeutics (e.g. vaccines, immune stimulants, bio-pharmaceuticals, rational drug design, drug delivery, combinatorial chemistry)
- Gene therapy (e.g. gene identification, gene constructs, gene delivery)

Bio-Informatics

- Genomics and molecular modelling (e.g. DNA/RNA protein sequencing and data bases for humans, plants, animals and micro-organisms)

Ag-Bio

- Plant biotechnology (e.g. tissue culture, embryogenesis, genetic markers, genetic engineering)
- Animal biotechnology (e.g. diagnostics, therapeutics, embryo transplantation, genetic markers, genetic engineering)
- Biofertilizers/biopesticides/bioherbicides/biological feed additives/microbial pest control (e.g. bacteria, fungi, yeasts)
- Applications of agricultural products (e.g. fuels, lubricants, commodity and fine chemical feedstocks, cosmetics)
- Bio-processing (e.g. using enzymes and bacteria culture)

Food Processing

- Functional foods/nutriceuticals (e.g. probiotics, unsaturated fatty acids)

Aquaculture

- Fish health (e.g. diagnostics, therapeutics)
- Broodstock genetics (e.g. tracking superior traits, genetic modification/engineering)
- Bio-extraction (e.g. carrageenan from seaweed, antifreeze proteins from fish, flavours)

Mining/Energy/Petroleum/Chemicals

- Microbiologically enhanced petroleum/mineral recovery
- Industrial bio-processing (e.g. biodesulphurization, bio-cracking, bio-recovery)

Forest Products

- Silviculture (e.g. ectomycorrhizzae, tissue culture, somatic embryogenesis, genetic markers, genetic engineering)
- (Cleaner) Industrial bioprocessing (e.g. biopulping, biobleaching, biological prevention of sapstain)

Environment

- Biofiltration (e.g. treatment of organic emissions to air/water)
- Bioremediation and phytoremediation (e.g. clean-up of toxic waste sites using micro-organisms)
- Diagnostics (e.g. detection of toxic substances using bio-indicators, bio-sensors, immunodiagnostics)

Other

- Custom synthesis — chemical or biological (e.g. peptides, nucleotides, hormones, growth factors, biochemicals)

APPENDIX III: INDIVIDUALS AND ORGANIZATIONS CONSULTED

Dr. Charles Bourgeois
Vice-president executif
Montreal TechnoVision Inc.
550 Sherbrooke ouest, suite 100
Montreal, Quebec H3A 1B9
Tel. (514) 840-1144
E-mail: Csb@mtltv.org

Dr. Michel Cote
Directeur general
Centre de liaison de PharmaVision Quebec inc.
550 Sherbrooke ouest, bureau 1950
Montreal, Quebec H3A 1B9
Tel. (514) 844-2228
E-mail: Pharmavision@frsq.gouv.qc.ca

M. Yves-J Fournier
Conseiller en developpement industriel
Ministere de l?industrie, du commerce, et de la science et de la technologie
Direction des industries de la sante
710 Place Youville, 8e etage
Quebec, G1R 4Y4
Tel. (418) 691-5698 poste 4917
E-mail: Yj.fournier@micst.gouv.qc.ca

Dr. Paul T. Hough
Vice-President,
BioteCanada
420-130 Albert St.
Ottawa, Ontario K1P 5G4
Tel. (613) 230-5585
E-mail: hough@biotech.ca

Mr. Terrance Hunsley
Executive Director
Biotechnology Human Resource Council
420-130 Albert St.
Ottawa, Ontario K1P 5G4
Tel. (613) 235-1402
E-mail: terry@biotech.ca

M. Roger Marchand
Directeur
Ministere de l'industrie, du commerce,de la science et de la technologie
Direction des industries de la sante
770 Sherbrooke Oeust
Montreal, Quebec H3A 1G1
Tel. (514) 982-3037
E-mail: Roger.marchand@micst.gouv.qc.ca

Mr. Roy Atkinson
Executive Director
Canadian Biotechnology Strategy Task Force
235 Queen Street
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 946-8926

Ms. Stella Deacon
Member
Canadian Biotechnology Strategy Task Force
235 Queen Street
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 946-8928
E-mail: deacon.stella@ic.gc.ca

Dr. George Michaliszyn
Director and Manager
Bio-Industries Branch
Industry Canada
235 Queen Street, 9th Floor East
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 954-3071

Mr. John Jaworski
Senior Industry Development Officer
Bio-Industries Branch
Industry Canada
235 Queen Street, 9th Floor East
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 952-4209
E-mail: jaworski.john@ic.gc.ca

Conseil consultatif des sciences et de la technologie
Advisory Council on Science and Technology

DOCUMENT D'APPOINT
4

Profil du

secteur des biotechnologies

Préparé pour le Groupe d'experts sur les compétences
par Gary Fletcher et Bert Pereboom

1999

Canada

PROFIL DU SECTEUR DES BIOTECHNOLOGIES

Conseil consultatif des sciences et de la technologie
Groupe d'experts sur les compétences

La version électronique de la présente publication est aussi disponible sur Internet à l'adresse :
http://acst-ccst.gc.ca/competences

Les personnes handicapées peuvent obtenir cette publication sur demande sous une forme adaptée à leurs besoins particuliers. Communiquez avec le Centre de diffusion de l'information aux numéros ci-dessous.

La présente publication fait partie d'une série de documents de recherche qui ont servi de documentation de base à la préparation du *Rapport du Groupe d'experts sur les compétences*. Pour obtenir des exemplaires du présent document, également offert sur cédérom, s'adresser au :

Centre de diffusion de l'information
Direction générale des communications
Industrie Canada
Bureau 205D, tour Ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : (613) 947-7466
Télécopieur : (613) 954-6436
Courriel : **publications@ic.gc.ca**

Nota – Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Industrie Canada) 2000
Numéro de catalogue C2-467/2000-29F-IN

Also available in English under the title: *Profile of the Biotechnologies Sector.*

RÉSUMÉ

Bien que l'industrie de la biotechnologie moderne en soit encore à ses débuts, les importants débouchés commerciaux pour les produits utilisés dans les secteurs de la santé et de l'agroalimentaire ont créé des attentes considérables relativement à la croissance rapide des bio-industries et de l'emploi. Les produits biotechnologiques, dont la plupart tiennent des nouvelles applications du matériel génétique, devraient favoriser des percées dans le secteur de la santé et des procédés plus respectueux de l'environnement dans les domaines de l'agriculture, de l'aquaculture, de la foresterie et de l'exploitation minière. Informer les consommateurs et leur démontrer que l'utilisation ce ces produits ne présente pas de danger à long terme demeurent des défis de taille pour l'industrie.

L'industrie emploie actuellement une main-d'œuvre hautement spécialisée dont environ 50 p. 100 sont affectés à la recherche-développement, mais fait face à une grave pénurie de compétences dans le domaine de la gestion et de la commercialisation des produits en développement.

Les compétences les plus recherchées sont celles de cadres possédant une formation scientifique et de l'expérience dans les domaines suivants : expansion des entreprises, réglementation nationale et internationale, transfert de technologie, établissement d'alliances stratégiques, accroissement de la production et relations avec les investisseurs. Mentionnons également le manque de personnel cadre d'expérience dans les domaines du contrôle et de l'assurance de la qualité, des essais cliniques et de la propriété intellectuelle. Les cadres possédant ces compétences sont rares dans le monde entier et les entreprises se livrent une vive concurrence pour attirer les personnes qualifiées dans ces domaines.

Table des matières

RÉSUMÉ ..... **III**

CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR **2**

DÉFI DE L'AVENIR 2
SITUATION ACTUELLE 7

CARACTÉRISTIQUES DE L'EMPLOI **10**

COMPÉTENCES ESSENTIELLES – BESOINS ET PÉNURIES **11**

BESOINS 11
PÉNURIES 11

RECRUTEMENT, FORMATION ET PERFECTIONNEMENT **13**

STRATÉGIE EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES 13
ÉMIGRATION 13
EXIGENCES ACADÉMIQUES 14
SOURCES DE RECRUTEMENT 15
RECRUTEMENT DU PERSONNEL 15

PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE ET OBSTACLES AU SUCCÈS **17**

FINANCEMENT ET RISQUE 17
COMPÉTENCES REQUISES 18

PRATIQUES EXEMPLAIRES ET ÉTUDES DE CAS **19**

CONSEIL DES RESSOURCES HUMAINES EN BIOTECHNOLOGIE 19
ENTREPRISES 20
UNIVERSITÉS 20

ANNEXE I : BIBLIOGRAPHIE **22**

SITES WEB : 23

ANNEXE II : SECTEURS DE L'INDUSTRIE DE LA BIOTECHNOLOGIE (TELS QU'ILS SONT DÉCRITS DANS L'ENQUÊTE DE 1997 SUR LES ENTREPRISES DE BIOTECHNOLOGIE DE STATISTIQUE CANADA) **24**

ANNEXE III : ENTREVUES **26**

CARACTÉRISTIQUES DU SECTEUR

Défi de l'avenir

Potentiel de l'industrie

Le Canada détient 5 p. 100 du marché mondial de la biotechnologie, dont les ventes totales ont été estimées à 22 milliards de dollars US en 1997. Selon les prévisions, ces ventes devraient atteindre 50 milliards de dollars US d'ici 2005, dont environ 75 p. 100 pour les produits biopharmaceutiques et environ 24 p. 100 pour les produits bioagricoles. L'industrie canadienne devrait au moins préserver sa part du marché, ce qui correspond à un taux de croissance minimal de 10 p. 100 par an[1].

La multitude des nouveaux produits issus de la biotechnologie renforce les perspectives de forte croissance pour ce secteur. Entre autres produits, mentionnons les nouveaux outils de diagnostic et agents thérapeutiques utilisés dans le secteur médical, les plantes résistantes aux maladies, les produits chimiques et les enzymes favorisant l'efficacité des procédés industriels, les pesticides et les traitements arboricoles qui améliorent la santé et accélèrent la croissance des arbres.

Biopharmacie

Ces dix dernières années, le sous-secteur de la biopharmaceutique, le plus important dans l'industrie de la biotechnologie, a connu un taux de croissance annuel de 10 p. 100. Le taux de croissance de l'industrie de la santé au Québec a été beaucoup plus rapide, avec une hausse de l'emploi de près de 25 p. 100 par an depuis 1991[2].

Il existe actuellement moins de 20 biomédicaments sur le marché, dont six accaparent 80 p. 100 des ventes. Cependant, les 300 produits biothérapeutiques en développement représentent 30 p. 100 de tous les médicaments actuellement à l'étape du développement. Plus de 40 p. 100 des nouveaux médicaments au stade de l'expérimentation clinique sont issus de la biotechnologie[3].

---

[1] Comité consultatif national de la biotechnologie, *Assumer le leadership au prochain millénaire*, 6e rapport, Industrie Canada, 1998.
[2] Biotech Québec 1997 – *Portrait de l'industrie*, Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie, Direction des industries de la santé.
[3] Feuille de renseignements : *Fiche documentaire : les avantages de la biotechnologie*, Direction générale des bio-industries, Industrie Canada, août 1998.

Enzymes industrielles

La demande mondiale d'enzymes industrielles est estimée à 2,3 milliards de dollars US, avec un taux annuel de croissance de 5 p. 100. Les enzymes industrielles servent principalement à la fabrication de détergents, qui représentent 40 p. 100 de la demande, des aliments (35 p. 100) et des textiles (14 p. 100). Plusieurs applications importantes sont en cours d'élaboration dans les domaines de la lixiviation des minéraux et du traitement des pâtes et papiers et des effluents d'usines. À l'heure actuelle, 50 p. 100 des enzymes industrielles sont des produis du génie génétique[4].

Agriculture

On prévoit que le secteur agroalimentaire connaîtra la croissance la plus marquée, en particulier dans le domaine des plantes transgéniques et des produits servant aux soins des animaux. Toutefois, des efforts doivent être déployés pour amener le grand public accepter les produits de la biotechnologie. Les pays européens ont refusé d'acheter les aliments transgéniques non étiquetés produits au Canada, mais, selon certains analystes, il s'agissait plutôt de mesures visant à faire obstacle au commerce qu'à garantir la sécurité alimentaire.

Aquaculture

Les produits de la pisciculture représentent actuellement une part minime du marché mondial de la biotechnologie, mais l'aquaculture est appelée à jouer un rôle de premier plan comme source alimentaire au cours du XXI[e] siècle. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, la demande annuelle de produits de la mer dépassera la capacité de la pêche sauvage de 55 millions de tonnes d'ici 2025[5]. Ce déficit devra être comblé par les exploitations piscicoles. C'est un domaine où la biotechnologie doit jouer un grand rôle pour améliorer la santé et l'alimentation des stocks de poissons en introduisant des poissons génétiquement modifiés et en diagnostiquant et en soignant les maladies infectieuses[6].

Foresterie

La biotechnologie intervient également dans le secteur de la foresterie, où elle constitue une technologie habilitante, notamment en ce qui concerne l'amélioration du taux de croissance des arbres, la fabrication de produits, la mise au point d'espèces d'arbres plus résistantes aux insectes et aux maladies et l'accroissement de la biodiversité forestière. Les produits de la biotechnologie

[4] Industrie Canada, *Bio-industries : Perspectives de croissance*, La série des cadres de compétitivité sectorielle, site Web *Strategis*, avril 1998.
[5] Aquatic Biotechnology : A Discussion Document for the Renewal of the Canadian Biotechnology Strategy, site Web *Strategis*, avril 1998
[6] Feuille de renseignements : Biotechnologie – Avantages, *op. cit.*

servent également à la mise au point de procédés plus écologiques de production de pâte à papier et de traitement des effluents d'usine.

Technologie habilitante

La biotechnologie est une technologie habilitante qui joue de plus en plus un grand rôle pour stimuler la compétitivité, la croissance et la viabilité environnementale d'un grand nombre de secteurs de l'économie. Elle contribuera à la mise au point de nouveaux produits et procédés de production, entre autres dans les industries pharmaceutiques, des pâtes et papier et agroalimentaires.

Financement

L'industrie biotechnologique est un secteur scientifique caractérisé par des investissements considérables dans la recherche-développement (R-D) et par de très longs délais avant la commercialisation. Par exemple, la mise en marché d'un nouveau produit de diagnostic prend trois à cinq ans et coûte de un million à 20 millions de dollars. Pour une nouvelle variété végétale ou un nouveau médicament, il faut compter de 8 à 12 ans d'activités de développement et des coûts de 150 à 250 millions[7]. D'après les résultats d'un récent sondage de Statistique Canada, plus de 50 p. 100 des entreprises de l'industrie consacrent au-delà de la moitié de leurs revenus à la R-D[8]. Ainsi, le financement représente un vrai problème pour les nouvelles entreprises et pour la poursuite des activités de R-D.

Malgré les perspectives de rendement élevées, les ventes et les délais de récupération n'ont pas été à la hauteur des espérances, ce qui semble avoir entraîné une perte de confiance chez les investisseurs. L'apport de capital de risque a diminué et, en raison de la faiblesse du marché des actions au cours de l'année écoulée, les fonds de démarrage sont de plus en plus difficiles à trouver. Dans le sondage de Statistique Canada, 64 p. 100 des entreprises déclarent que l'accès aux capitaux constitue « le principal obstacle » à la mise en marché[9].

Alliances stratégiques

Le problème du financement favorise l'établissement d'alliances stratégiques avec des multinationales afin de partager les coûts élevés de la R-D. Ces alliances permettent également aux plus petites entreprises de bénéficier de l'expertise des multinationales en matière de gestion et de réglementation et de leur savoir-faire dans le domaine de la commercialisation. En raison de

[7] Industrie Canada, *Les bio-industries, Partie I – Vue d'ensemble et perspectives*, La série des Cadres de compétitivité sectorielle, Direction générale des bio-industries, 1997.
[8] Les résultats du sondage sont présentés dans *Canadian Biotechnology '98 – Success From Excellence*, BIOTECanada, 1999.
[9] *Ibid.*

ces facteurs, les grandes multinationales pharmaceutiques représentent actuellement la principale source de fonds des bio-industries aux États-Unis.

Les multinationales de l'industrie pharmaceutique ont également conclu des alliances avec des entreprises biopharmaceutiques canadiennes. Elles en retirent des droits mondiaux de commercialisation et de fabrication pour les produits conçus au Canada. Dans le secteur de la biotechnologie agricole, la tendance est également aux fusions et aux acquisitions par les grosses multinationales chimiques et agricoles[10]. D'après les résultats du sondage de Statistique Canada, 69 p. 100 des bio-industries ont formé des partenariats en R-D; 49 p. 100, des partenariats de commercialisation; et 29 p. 100, des partenariats de fabrication[11].

Soutien de l'État et collaboration à la recherche

Pour l'industrie, le soutien de l'État est primordial. En raison des coûts élevés des activités de R-D, les crédits d'impôt à ce titre sont un facteur déterminant pour la croissance soutenue de l'industrie. La recherche biomédicale fondamentale bénéficie aussi de subventions substantielles de la part de l'État. Par ailleurs, les gouvernements fournissent une part importante de l'infrastructure de recherche. Dans le secteur agroalimentaire, la majeure partie des activités de R-D est concentrée dans les laboratoires publics et les universités.

Ces dernières années, la collaboration entre le secteur public et l'industrie dans le domaine de la recherche s'est intensifiée. Entre autres, la collaboration entre le Conseil national de recherches Canada (CNRC), Agroalimentaire et Agriculture Canada et AgroEvo (une entreprise allemande) a abouti au développement du Colza Innovator, la première variété végétale mise au point par le truchement de la biotechnologie agricole à être commercialisée.

Selon les observateurs de l'industrie, le Canada bénéficie de coûts plus concurrentiels que les États-Unis sur le plan de la R-D en biotechnologie. Cet avantage, ainsi que l'exceptionnelle qualité des installations de R-D et la capacité d'essais cliniques supérieure à la moyenne, ont encouragé certaines multinationales à s'établir au pays[12].

[10] Industrie Canada, Industrie Canada, *Les bio-industries, Partie I – Vue d'ensemble et perspectives*, La série des Cadres de compétitivité sectorielle, Direction générale des bio-industries, 1997.
[11] BIOTECanada, *Canadian Biotechnology '98 – Success From Excellence*, BIOTECanada, 1999.
[12] Industrie Canada, ibid.

Réglementation

Le contexte réglementaire est un élément déterminant de la réussite dans l'industrie. Les produits biotechnologiques se répartissent en plusieurs catégories d'activités – alimentation, médecine, diagnostic et agents environnementaux – réglementées par une série de lois administrées par un certain nombre de ministères et organismes fédéraux et provinciaux. La complexité du processus réglementaire canadien représente un défi majeur pour les bio-industries, car les retards occasionnés ont une incidence directe sur l'accès au marché et le taux de rendement des investissements. Le processus de réglementation constitue donc un sujet de préoccupation majeur pour l'industrie.

Certains intervenants réclament la déréglementation, dans le sillage de la tendance américaine. Pour leur part, les groupes de consommateurs font pression pour que la biotechnologie soit assujettie à une législation et à des contrôles plus rigoureux. L'industrie juge également nécessaire de garantir la sécurité publique des produits biotechnologiques par le biais d'un processus d'approbation complet, transparent et efficace.

Autres facteurs ayant une incidence sur la croissance

Les principales techniques qui sous-tendent ce secteur se fondent sur l'utilisation industrielle de l'ADN recombinant, de la fusion cellulaire et des nouveaux procédés biotechnologiques. À l'heure actuelle, une initiative de coopération internationale est en cours afin de répertorier la totalité des 100 000 gènes du génome humain. Ce projet, dont l'achèvement est prévu pour 2004, permettra d'accélérer le développement de produits biomédicaux.

Il existe des facteurs qui permettent à l'industrie canadienne de poursuivre sa croissance. Le Canada est réputé pour son excellente infrastructure de recherche, pour la qualité de son personnel technique et pour ses coûts par chercheur relativement faibles. De plus, le Canada présente certains avantages fiscaux par rapport aux États-Unis dans le domaine de la recherche et a démontré une capacité d'essais cliniques supérieure à la moyenne[13].

Il existe aussi un certain nombre d'incertitudes et de facteurs susceptibles de ralentir la croissance. Sous ce rapport, mentionnons particulièrement l'accès aux capitaux, les préoccupations de l'industrie au chapitre de la réglementation, les questions de protection de la propriété intellectuelle et la disponibilité de ressources humaines hautement qualifiées[14].

[13] *Ibid.*
[14] Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*

Les groupes de défense de l'intérêt public ont soulevé un certain nombre de questions concernant les mérites et les risques des aliments et des médicaments génétiquement modifiés, comparativement aux produits courants. Les consommateurs sont également préoccupés par l'incidence que les produits dérivés de la biotechnologie pourraient avoir sur l'environnement, soulignant que les conséquences écologiques sont peu connues et étudiées. Des questions concernant les aspects éthiques et sociaux de certaines applications de la biotechnologie ont également été soulevées.

La Stratégie canadienne en matière de biotechnologie, une initiative du gouvernement fédéral, fait actuellement l'objet d'un examen. Outre un appui accru pour la biotechnologie, les nouvelles initiatives qui seront lancées dans le cadre de la stratégie renouvelée risquent également de tenir compte des préoccupations croissantes des consommateurs dans le domaine.

Situation actuelle

Définition de l'industrie

Bien qu'on la désigne souvent comme une industrie, « la biotechnologie se définit en fait, au sens large, comme l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs composants pour créer ou modifier des produits, améliorer des végétaux ou des animaux et développer des micro-organismes à des fins précises. [...] Une définition plus restreinte (nommément la biotechnologie "nouvelle" ou de seconde génération) limite le terme à l'utilisation de l'ADN recombinant, des anticorps monoclonaux et d'autres techniques modernes issues des applications de la biologie moléculaire[15]. » C'est cette seconde définition qui est adoptée dans ce profil.

Étant donné que la biotechnologie est une technologie habilitante utilisée dans différents secteurs, les produits qui en sont dérivés ne font pas classe à part dans la codification de la classification type des industries. Cela signifie que Statistique Canada ne fournissait pas de données sur les ventes, les échanges commerciaux et l'emploi. Toutefois, son enquête récente permet de combler certaines de ces lacunes[16]. Les applications de la biotechnologie dans les divers secteurs de l'économie comprennent la mise au point de végétaux résistants aux insectes, aux maladies, aux herbicides et au gel, d'agents de diagnostic et thérapeutiques, de substances chimiques et d'enzymes favorisant l'efficacité des procédés industriels et de technologies d'assainissement de l'environnement.

[15] Industrie Canada, *op. cit.*
[16] BIOTECanada, *op. cit.*

Caractéristiques de l'industrie

Selon l'enquête sur l'industrie de la biotechnologie menée par Statistique Canada en 1997 (voir annexe 2) il existe environ 282 entreprises dont la principale activité est la biotechnologie. Il s'agit pour la plupart de petites entreprises, environ 72 p. 100 d'entre elles ayant moins de 50 employés et seulement 12 p. 100 d'entre elles, plus de 150 employés. Les revenus pour 1998 étaient estimés à environ 1,1 milliard de dollars. L'industrie canadienne de la biotechnologie détient 5 p. 100 du marché mondial; 50 p. 100 des ventes du secteur sont attribuées aux produits biopharmaceutiques et 44 p. 100, aux produits de biotechnologie agricole.[17]

Distribution régionale

Le Québec est le siège de 31 p. 100 des entreprises canadiennes de biotechnologie, le reste étant distribué entre l'Ontario (25 p. 100), la Colombie-Britannique (20 p. 100), les Prairies (18 p. 100) et l'Atlantique (6 p. 100).

Le Québec est le dixième centre de biotechnologie, par ordre d'importance, en Amérique du Nord et fait figure de chef de file au Canada pour la commercialisation et la production des produits de biotechnologie. L'Ontario se classe au treizième rang en Amérique du Nord. Saskatoon possède un secteur de biotechnologie agricole de haut niveau, centré autour de la University of Saskatchewan et de l'Institut de biotechnologie du CNRC. Vancouver possède un groupe prospère d'entreprises spécialisées dans la biotechnologie de la santé et, tout comme les provinces de l'Atlantique, dispose d'importantes capacités de recherche en biotechnologie aquatique.

Syndicalisation et associations professionnelles et industrielles

À l'heure actuelle, l'industrie s'étant concentrée sur la recherche, la majorité des employés ont une formation scientifique. En effet, le personnel affecté à la R-D représente 41 p. 100 de l'effectif total et se compose principalement de titulaires de doctorat et de techniciens de laboratoire [18]. Les membres du personnel scientifique font souvent partie d'associations professionnelles qui représentent leurs intérêts.

Les associations industrielles et les organismes gouvernementaux les plus importants qui desservent l'industrie de la biotechnologie au Canada sont les suivants :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Ag-West Biotech
- Association canadienne de l'industrie du médicament
- Association québécoise des bio-industries

[17] *Ibid.*
[18] *Ibid.*

- B.C. Biotechnology Alliance
- BIOTECanada
- Comité consultatif national de la biotechnologie
- Conseil de recherches agroalimentaires du Canada
- Conseil de recherches médicales du Canada
- Conseil des ressources humaines en biotechnologie
- Conseil national de recherches Canada
- Forest Renewal B.C.
- Forintek
- Institut canadien de recherches en génie forestier
- Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers
- Ministère des Pêches et des Océans
- Nova Scotia Biotech Working Group
- Réseaux de centres d'excellence
- Ressources naturelles Canada
- Service canadien des forêts
- Toronto Biotechnology Initiative

CARACTÉRISTIQUES DE L'EMPLOI

En raison de l'absence de statistiques officielles, les estimations du nombre de personnes employées dans l'industrie varient de 8 000 à 20 000 (8 000 selon Paget, 1996[19]; un peu moins que 10 000 selon la récente enquête de Statistique Canada[20]; 11 000 selon l'étude de Ernst and Young, citée dans le sixième rapport de du Comité consultatif national de la biotechnologie de 1998[21]; et 20 000 selon un représentant de l'industrie dans un article de journal de novembre 1996[22]). Les différences dans ces estimations reflètent le plus souvent les divergences dans les définitions du secteur.

Les estimations les plus basses ne comprennent pas le personnel dans les universités, les hôpitaux et les centres de recherche qui se concentrent sur des recherches biotechnologiques externes, financées par les entreprises privées canadiennes et étrangères. Les chercheurs qui poursuivent des travaux en biotechnologie dans les laboratoires du gouvernement en sont également exclus.

En règle générale, la main-d'œuvre possède une formation académique et des compétences considérables, la majorité des personnes employées dans le secteur possédant un diplôme universitaire. Bon nombre des membres du personnel scientifique et technique de l'industrie de la biotechnologie possèdent un diplôme d'études supérieures dans diverses disciplines telles que la biotechnologie, la chimie, la physique et le génie. Les titulaires d'un diplôme universitaire travaillent principalement dans les secteurs de la vente, de la commercialisation et de la R-D. Les travailleurs de la fabrication ont normalement un niveau de scolarité moins élevé.

On ne dispose pas à l'heure actuelle de données comparatives qui permettent de déterminer si les taux salariaux du secteur sont concurrentiels par rapport à ceux d'autres secteurs pour des compétences comparables ou si ces taux sont en hausse (le signe d'un début de pénurie sur le marché). Selon les résultats d'une enquête en direct effectuée par Personnel Systems, les augmentations de salaire dans cette industrie suivent de près la moyenne enregistrée pour l'ensemble de l'économie.

---

[19] The Paget Consulting Group, *Building Long-Term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology*, 1996.
[20] BIOTECanada, *op. cit.*
[21] Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*
[22] « Patents vital, biotech leader says », *The Globe and Mail*, 28 novembre 1996.

COMPÉTENCES ESSENTIELLES – BESOINS ET PÉNURIES

Besoins

L'étude Paget de 1996 sur les ressources humaines s'est intéressée aux besoins des bio-industries à chaque stade des travaux de développement : démarrage, essais précliniques ou en conditions réelles, essais cliniques et en conditions réelles et commercialisation. En général, la biotechnologie recoupe des disciplines comme la biologie, la génétique, la microbiologie, la biophysique, la biochimie, le génie chimique et les sciences informatiques.

Les personnes possédant une formation pluridisciplinaire sont bien sûr particulièrement en demande et, au sein des équipes de recherche, on privilégie les candidats possédant une expérience diversifiée[23]. Les équipes de développement de produits comportent des spécialistes de nombreux domaines. À la University of Alberta, par exemple, une équipe de recherche travaillant sur un projet agroalimentaire comprend un physiologiste, un nutritionniste, un biochimiste et un biologiste moléculaire.

Selon les prévisions de l'étude Paget, la croissance de l'industrie devrait créer 4 000 emplois d'ici la fin des années 1990, dont 1 300 postes dans les activités de recherche, techniques et de soutien, 2 000 en commercialisation et 700 en gestion[24]. Les entreprises consultées dans le cadre de l'enquête de Statistique Canada prévoient un taux de croissance annuel de l'emploi de 10 p. 100[25].

En cas de pénurie de personnel qualifié et d'installations pour la fabrication de produits commerciaux, l'intensification des activités de développement et de production est difficile à réaliser. Les scientifiques diplômés dans plus d'un domaine sont de plus en plus recherchés. Un exemple de formation pluridisciplinaire consisterait à posséder une formation en chimie et un diplôme d'études postdoctorales en biologie cellulaire ou en informatique.

Le MBA avec une formation antérieure en sciences est également un profil souhaitable, les bio-industries recherchant tout particulièrement des cadres ayant à la fois le sens de la recherche et des affaires.

Pénuries

Les besoins en personnel varient à chaque stade du cycle de vie d'un produit ou d'un service. On s'attend à des pénuries de main-d'œuvre qualifiée au cours des cinq prochaines années, alors qu'on passe de l'étape de la recherche technologique à celle de la commercialisation. Il existe un besoin pressant de cadres possédant une formation scientifique et commerciale ainsi qu'une

[23] The Paget Consulting Group, *op. cit.*
[24] *Ibid.*, *op. cit.*
[25] BIOTECanada, *op. cit.*

expertise dans le domaine de la réglementation nationale et internationale, des relations avec les investisseurs, de la promotion du commerce et des alliances stratégiques.

Il est peu probable que l'industrie canadienne ait atteint la masse critique requise pour trouver des cadres possédant les compétences voulues, de sorte que les entreprises se tournent de plus en plus souvent vers l'étranger pour recruter leur personnel. Les représentants de l'industrie ont souligné l'importance de l'harmonisation des salaires et des impôts et de la mise en place d'un système d'immigration accéléré, permettant d'embaucher les personnes hautement qualifiées dont on a besoin pour la commercialisation des produits qui sont actuellement aux différents stades de développement[26].

Les compétences informatiques, notamment en bio-informatique et en modélisation moléculaire, ne cessent de gagner en importance, les entreprises et les chercheurs devant à la fois intégrer les sciences traditionnelles et de l'information.

Parallèlement à la croissance de l'industrie, on s'attend à ce que les organismes gouvernementaux de réglementation aient besoin d'un surcroît de personnel et de compétences pour traiter les demandes additionnelles d'approbation de nouveaux produits. Le Comité consultatif national de la biotechnologie a placé au premier rang de ses priorités la disponibilité de ressources humaines hautement qualifiées ainsi que l'élaboration de politiques concurrentielles sur la protection de la propriété intellectuelle et les autorisations réglementaires, éléments essentiels à la réussite de l'industrie[27]. Le rapport Paget a également fait remarquer que la croissance de l'industrie risque d'être compromise par la pénurie de personnes suffisamment qualifiées[28]. Le problème des ressources humaines est considéré comme l'un des plus importants défis que l'industrie est appelée à relever.

D'après les résultats de l'enquête sur les bio-industries au Canada, effectuée par Statistique Canada en 1998, il existe 1 900 postes vacants (20 p. 100 de l'effectif actuel) dans les principales bio-industries, plus de la moitié de ces postes vacants étant dans des petites entreprises. Des problèmes sont signalés relativement au recrutement du personnel technique, de production, scientifique et de R-D[29].

[26] Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*
[27] *Ibid.*
[28] The Paget Consulting Group, *op. cit.*
[29] BIOTECanada, *op. cit.*

RECRUTEMENT, FORMATION ET PERFECTIONNEMENT

Stratégie en matière de ressources humaines

La plupart des bio-industries ne comptant qu'un petit nombre d'employés, l'élaboration d'une stratégie formelle de ressources humaines cède le terrain aux autres aspects de la stratégie commerciale. Les grandes entreprises se sont dotées de politiques de ressources humaines clairement définies, mais les entreprises de moindre importance (moins de 35 employés) adoptent des démarches moins structurées.

La spécialisation est la norme dans l'industrie de la biotechnologie. En raison de la faible envergure de l'industrie canadienne, les entreprises ne disposent pas d'un nombre suffisant de professionnels possédant les compétences voulues, et c'est pourquoi l'industrie se tourne largement vers l'étranger pour en recruter. Toutefois, même sur la scène internationale, il y a peu de professionnels qualifiés et la concurrence pour le personnel devrait s'intensifier.

Pour un grand nombre d'entreprises, les programmes d'alternance travail-études constituent une méthode privilégiée pour le recrutement dans les collèges et universités. Les entreprises recherchent des diplômés à la fine pointe des disciplines d'avant-garde telles que la médecine moléculaire, la thérapie génique, la transduction de signaux, la banque génomique et le génome humain.

Le Conseil des ressources humaines en biotechnologie a récemment créé une banque d'emplois au service de l'industrie, regroupant les curriculum vitæ d'employés qualifiés et d'employés éventuels, ainsi que les postes offerts dans ce domaine. Bien qu'elle ne fonctionne encore qu'à une petite échelle, la banque d'emplois peut devenir un outil de placement précieux pour l'industrie et pour les professionnels qualifiés qui cherchent un emploi.

Émigration

Alors que la demande en professionnels compétents dans l'industrie de la biotechnologie ne cesse d'augmenter, nombre de travailleurs qualifiés choisissent de s'établir dans d'autres pays, et ce pour deux raisons. Bien que l'industrie cherche constamment à recruter des chercheurs dans diverses spécialités, le taux d'embauche des titulaires d'un doctorat ou d'un diplôme postdoctoral est faible, sans que l'on sache bien pourquoi.

La diminution des dépenses gouvernementales ces dernières années explique sans aucun doute en partie le ralentissement de l'embauche dans les instituts publics de recherche et les universités. De plus, la spécialisation des diplômés qualifiés ne cadre pas toujours avec les besoins des entreprises. L'industrie américaine de la biotechnologie est tellement plus importante que les diplômés canadiens y trouvent sans difficulté les postes qui leur conviennent.

Par ailleurs, il y a eu un exode vers les États-Unis de professionnels de renom, que les entreprises canadiennes ne peuvent pas se permettre de perdre. L'industrie attribue cet exode et la difficulté du recrutement de professionnels à l'étranger aux impôts plus élevés au Canada qu'aux États-Unis.

Selon un rapport, 30 p. 100 des employés du secteur biopharmaceutique ont quitté le Canada pour d'autres pays tels que les États-Unis en 1996[30]. Une initiative visant à moderniser les laboratoires de recherche du pays pourrait redresser la situation. La Fondation canadienne pour l'innovation a reçu 800 millions de dollars du gouvernement fédéral, dans l'espoir d'endiguer l'exode des cerveaux en modernisant les installations dans les hôpitaux, les collèges et les universités.

Exigences académiques

Une carrière en biotechnologie débute habituellement par une formation technique ou professionnelle collégiale ou universitaire, selon le niveau de scolarité souhaité (ceux qui n'ont pas l'intention de mener de nouvelles recherches n'ont pas besoin d'un diplôme universitaire).

La plupart des employeurs dans l'industrie de la biotechnologie considèrent le B.Sc. comme la formation de base pour une carrière en recherche. Les perspectives de promotion vers les postes de supervision sont excellentes et la formation de base peut servir de tremplin pour se diriger vers d'autres activités, comme la commercialisation et la réglementation.

Les perspectives d'emploi pour les titulaires d'une maîtrise sont des postes intermédiaires comportant souvent des responsabilités de supervision ainsi que des ouvertures pour de nouvelles recherches, un doctorat étant généralement nécessaire à la planification et à la conduite de telles recherches.

Au niveau universitaire, la biologie, la chimie et la physique sont des disciplines qui mènent vers le domaine de la biotechnologie. L'agriculture, les sciences vétérinaires, la microbiologie ou le génie constituent aussi de bons choix, selon les intérêts personnels de chacun.

Au niveau collégial, la formation doit fournir une base solide en biologie des animaux et des plantes, en chimie et en microbiologie. Les diplômés sont formés pour travailler dans des laboratoires et des installations de recherche dans une variété de domaines. Les possibilités de promotion sont généralement limitées aux secteurs techniques et de la production.

[30] *The Globe and Mail*, 16 février 1998.

Sources de recrutement

La plupart des 66 universités canadiennes offrent divers programmes en sciences de la vie. Le Conseil des ressources humaines en biotechnologie a publié le rapport An Inventory of Biotechnology Education in Canada en novembre 1998, document qui dresse l'inventaire des programmes de biotechnologie dans l'ensemble des collèges et universités du Canada. Celui-ci présente une analyse du contenu des cours et du programme de 128 collèges et de 66 universités partout au Canada, afin de relever les programmes qui offrent un enseignement et une formation applicables à l'industrie de la biotechnologie[31].

L'étude Paget souligne que les universités et les collèges communautaires doivent être capables de faire face à la demande de boursiers de recherche post-doctorale, de diplômés d'études supérieures, de diplômés universitaires et de techniciens. Les pénuries en matière de compétences seront principalement attribuables aux exigences spécialisées dans les plus récents domaines de la biotechnologie et en matière de propriété intellectuelle et de réglementation.[32]

Recrutement du personnel

Les entreprises canadiennes indiquent qu'il y a une pénurie de scientifiques et d'administrateurs expérimentés[33]. Selon Industrie Canada, le pays manque sérieusement de programmes qui favorisent l'acquisition de compétences en gestion dans des domaines tels que le développement de produits, la gestion des alliances stratégiques, la réglementation internationale et le transfert de technologie, autant de compétences requises par les principales entreprises canadiennes spécialisées dans la R-D[34].

Les entreprises font également observer que les nouveaux diplômés en sciences ne possèdent pas les compétences relatives aux aspects commerciaux du secteur. Pour qu'une entreprise réussisse dans cette industrie, ses chercheurs doivent avoir des compétences en gestion d'entreprise. En outre, les employeurs s'aperçoivent que les diplômés connaissent bien leur discipline, mais non pas les aspects pratiques du monde du travail, entre autres le respect des échéances, la compréhension des besoins pratiques des clients de l'entreprise, la gestion de la qualité[35].

Le Comité consultatif national de la biotechnologie recommande que les programmes de premier cycle, de même que les programmes d'apprentissage ou de stage au niveau des études supérieures, soient conçus de manière à ce que les étudiants en sciences puissent obtenir une expérience pratique du monde des affaires. La formation et le perfectionnement de cadres

---

[31] Conseil des ressources humaines de BIOTECanada, *An Inventory of Biotechnology Education in Canada*, novembre 1998.
[32] The Paget Consulting Group, *op. cit.*
[33] *Ibid.*, et Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*
[34] Industrie Canada, *op. cit.*
[35] Groupe de travail sur les questions relatives au marché du travail, *Sectoral Skill Needs and the Role of Universities*, Office for Partnerships for Advanced Skills, Conseil des universités de l'Ontario, ministère de l'Éducation et de la Formation de l'Ontario, mars 1998.

compétents par le biais de nouveaux programmes dans les universités et les écoles commerciales est une solution à long terme aux pénuries de main-d'œuvre qualifiée, alors que le réaménagement des règles relatives à l'immigration peut apporter une solution à court terme[36].

Le degré de spécialisation extrême dans les domaines scientifiques pousse les entreprises à élargir et à intensifier leurs efforts de formation à l'interne. Toutefois, le secteur de la biotechnologie est relativement récent et se compose en majorité d'entreprises de moins de 10 employés, qui doivent se concentrer sur les questions scientifiques et techniques lors des premiers stades de leur développement. C'est pourquoi elles ne sont pas aussi avancées dans l'élaboration de stratégies en matière de ressources humaines que les industries mieux établies, regroupant un plus grand nombre de grandes entreprises. Le Conseil des ressources humaines en biotechnologie est devenu un outil très important pour aider l'industrie à élaborer des stratégies complètes[37].

Les départements de recherche de certaines universités entretiennent des relations avec des bio-industries, ce qui permet à leurs étudiants de se familiariser avec le domaine et avec l'industrie dans son ensemble. Les programmes d'alternance travail études et les stages permettent aux étudiants d'acquérir une expérience pratique et leur ouvre des perspectives d'emploi très intéressantes.

Les entrevues menées pour le compte du Groupe d'experts sur les compétences auprès des bio-industries en Saskatchewan et dans les provinces de l'Atlantique montrent qu'il y a eu des améliorations au cours des deux dernières années sur le plan du recrutement, mais que les difficultés à ce chapitre ont augmenté en Saskatchewan au cours des dernières années.

[36] Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*
[37] Groupe de travail sur les questions relatives au marché du travail, *op. cit.*

PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE ET OBSTACLES AU SUCCÈS

Les nombreux débouchés éventuels pour les produits de la biotechnologie dans les secteurs de la santé et de l'agroalimentaire ont donné lieu à de grandes attentes dans l'industrie. De plus, l'amélioration constante des connaissances sur lesquelles l'industrie s'appuie, comme le catalogage du code génétique, jette les bases d'une accélération spectaculaire du rythme de développement des produits.

Fort de son excellente infrastructure de recherche, de son personnel technique hautement qualifié, de sa capacité d'essais cliniques supérieure à la moyenne et de ses coûts par chercheur relativement faible, le Canada est bien placé pour bénéficier de la croissance du marché.

Toutefois, la biotechnologie préoccupe les consommateurs, notamment en ce qui a trait aux applications agroalimentaires. L'appui du grand public est devenu un problème majeur, surtout sur les marchés européens, où l'opinion publique semble s'être tournée contre les aliments génétiquement modifiés.

Le Comité consultatif national de la biotechnologie a placé au premier rang de ses priorités la disponibilité des ressources humaines hautement qualifiées ainsi que l'élaboration de politiques concurrentielles pour la protection de la propriété intellectuelle et les autorisations réglementaires, éléments essentiels à la réussite de l'industrie[38]. Le rapport Paget a également fait remarquer que la croissance de l'industrie risque d'être compromise par la pénurie de personnes suffisamment qualifiées[39]. Le problème des ressources humaines est considéré comme l'un des plus importants défis que l'industrie est appelée à relever.

Le Comité a formulé plusieurs recommandations qui devraient fournir à l'industrie des assises plus solides, lui permettant de réaliser son potentiel. Le soutien continu et accru de l'État est indispensable pour la recherche fondamentale et l'amélioration de l'infrastructure de recherche. Le Comité a également recommandé de prendre des mesures pour accroître l'efficacité du processus réglementaire et du système de protection de la propriété intellectuelle.

Financement et risque

Bien que le potentiel du marché soit considérable, les risques et les incertitudes sont nombreux. Le temps qui s'écoule entre la recherche et la commercialisation est souvent très long et occasionne des coûts importants. En outre, il n'y a aucune garantie de succès lorsqu'un produit éventuel arrive à la phase des longs essais pratiques ou cliniques.

Plus d'une centaine de produits sont actuellement en cours de développement, mais il semble que le temps requis pour les mettre au point est de plus en plus long et que l'échéance des rendements

[38] Comité consultatif national de la biotechnologie, *op. cit.*
[39] The Paget Consulting Group, *op. cit.*

élevés escomptés en ce qui a trait aux produits prometteurs est repoussée encore plus loin. La confiance des investisseurs étant ébranlée, le financement devient de plus en plus difficile à obtenir.

Compétences requises

La pénurie de personnel hautement qualifié, en particulier de cadres possédant une gamme de compétences précises, est un problème aigu pour l'industrie. Pour que la commercialisation de nouveaux produits soit fructueuse, l'industrie a besoin de cadres possédant une formation scientifique qui soient également versés dans la réglementation nationale et internationale, le transfert de technologie, les relations avec les investisseurs, le développement du commerce international et les alliances avec les investisseurs.

La demande de personnes possédant cette gamme de compétences ne peut pas être satisfaite rapidement par le système d'éducation. Comme solution à court terme, l'industrie a recommandé quelques modifications aux règles de l'immigration qui lui permettraient de recruter les professionnels qualifiés à l'étranger. Comme solution à long terme, l'industrie collabore avec les établissements d'enseignement pour l'élaboration de programmes qui répondront à ses besoins.

PRATIQUES EXEMPLAIRES ET ÉTUDES DE CAS

Conseil des ressources humaines en biotechnologie

Le Conseil des ressources humaines en biotechnologie (CRHB) a été établi le 1er avril 1997 en réponse à une série de recommandations formulées dans *Building Long-Term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology*, étude menée conjointement par l'industrie et le gouvernement et portant sur la situation des ressources humaines dans l'industrie canadienne de la biotechnologie. Agissant de concert avec tous les partenaires (industries, établissements d'enseignement et gouvernement), le Conseil contribue à la formation, au perfectionnement et au maintien d'une main-d'œuvre hautement qualifiée de façon à permettre au secteur de prendre de l'expansion et d'accroître sa compétitivité internationale.

Le CRHB élabore et met en œuvre un certain nombre de projets, notamment les suivants :

- Examen des programmes des universités et collèges : Le CRHB recueille des données sur la biotechnologie et les programmes connexes offerts par les collèges et universités au pays. Ces données serviront à comparer le contenu des programmes actuels avec les besoins en matière de compétences de l'industrie afin de relever les lacunes dans la formation postsecondaire. En outre, le CRHB préparera un rapport d'étape à l'intention des collèges et universités dans le but d'influencer à long terme la conception et le contenu des programmes. Cet examen des programmes a été mené à terme en mai 1998 et un rapport a été publié en novembre de la même année.

- Inventaire des compétences en biotechnologie : Le CRHB a récemment publié, après la rédaction du présent profil, un inventaire des compétences requises pour certaines catégories d'emplois dans l'industrie de la biotechnologie.

- Guide de référence sur les carrières et les programmes en biotechnologie : Le CRHB a préparé un guide national des professions dans l'industrie de la biotechnologie au Canada. Ce guide décrit les perspectives de carrière, les exigences en matière de formation académique et les établissements postsecondaires canadiens qui offrent une formation dans ce domaine.

- Banque de données canadienne sur la biotechnologie : Le CRHB met à jour cette base de données contenant le curriculum vitæ d'employés actuels et éventuels qualifiés en biotechnologie ainsi que les postes offerts dans l'industrie.

- Programmes de formation : Les programmes de formation qu'on envisage de créer portent entre autres sur l'entrepreneuriat et la commercialisation, la gestion scientifique, la réglementation et l'observation, les stratégies relatives à la propriété intellectuelle, le financement de la biotechnologie, les compétences essentielles (p. ex., en communication).

- Le CRHB a mis sur pied le projet pilote Jeunes stagiaires, qui offre aux jeunes l'occasion d'acquérir de l'expérience dans les bio-industries grâce à une subvention salariale fournie par

le gouvernement fédéral. La première étape de ce projet pilote prévoit la création de 25 à 50 postes et son expansion future dépendra des succès remportés à cette étape initiale.

- Le CRHB a également établi un certain nombre de groupes de travail chargés de se pencher sur la formation ou les connaissances particulières requises par les différents secteurs de l'industrie de la biotechnologie. Les groupes de travail s'occupent du perfectionnement des compétences, de l'analyse du marché du travail, des normes ou de la certification, du perfectionnement professionnel et des stratégies d'immigration. Chaque groupe de travail fournira des services consultatifs au CRHB, évaluera les données et contribuera à la coordination des projets et des activités axés sur son domaine de spécialisation.

Entreprises

L'industrie a contribué dans une large mesure au redressement de la situation des ressources humaines par l'intermédiaire du CRHB. Nombre d'entreprises sont relativement petites et n'ont pas les moyens de se doter d'importants services de gestion des ressources humaines. Le Conseil offre la possibilité de traiter collectivement un grand nombre de questions, y compris la communication entre l'industrie et les universités au sujet des programmes d'études, les programmes de sensibilisation et de promotion axés sur les carrières, les analyses comparatives des salaires et des traitements et les initiatives connexes.

Depuis 1994, les Expos-biotech étudiantes Connaught donnent aux élèves des écoles secondaires l'occasion d'élaborer des projets scientifiques dans un contexte similaire au monde réel de la recherche scientifique. Les projets de recherche sont examinés par des professionnels et sont réalisés sous la direction de mentors choisis dans des entreprises locales de biotechnologie. Les candidats retenus reçoivent une modeste subvention qui sert à payer les frais de la recherche. En collaboration avec un certain nombre de gouvernements, d'universités, et de parrains du secteur privé, l'entreprise fondatrice, Pasteur Marieux Connaught, appuie l'expansion du programme au-delà de ses limites initiales, la ville de Toronto, dans des collectivités partout au Canada. Les expositions ont pour objet de sensibiliser davantage les étudiants, les enseignants et le public à la biotechnologie et à ses applications dans des domaines tels que les soins de santé, l'agriculture et l'environnement[40].

Universités

Les universités de la Colombie-Britannique s'efforcent d'élaborer un programme de B.Sc. multidisciplinaire en biotechnologie, intégrant des éléments de programmes des cycles supérieurs en droit, en affaires et en sciences.

[40] Information tirée d'un document publicitaire diffusé sur Internet (**http://www.connaughtbioexpo.com/**).

La University of Saskatchewan met sur pied un programme virtuel qui souligne les compétences multidisciplinaires dont l'industrie a besoin[41].

Le département de génie chimique et biochimique à la University of Western Ontario a élaboré un certain nombre de programmes, offerts depuis septembre 1998, dont un B.E.Sc. avec spécialisation en gestion d'entreprise (5 ans), un B.E.Sc. et un B.A. en économie (5 ans), un B.E.Sc. et un diplôme en droit (6 ans), un B.E.Sc. et un B.Sc. en sciences de l'environnement (5 ans) et un B.E.Sc. et un B.Sc. dans un programme universitaire à option en génétique.

La Queens University a créé un programme combiné de sciences et de commerce, grâce auquel les étudiants peuvent obtenir un MBA en sciences et technologie.

La University of Toronto a proposé un programme de maîtrise en biotechnologie qui a pour objet de préparer les diplômés en sciences pures et appliquées aux carrières dans les bio-industries ou dans l'industrie des produits pharmaceutiques. Le programme fournit aux étudiants une solide formation de base en biotechnologie et une introduction à la gestion des entreprises du secteur.

[41] Agriculture et Agroalimentaire Canada, *CBS Sector Consultation : Summary Reports*, p. 6

ANNEXE I : BIBLIOGRAPHIE

BIOTECanada, *Canadian Biotechnology '98 – Success From Excellence*, avril 1999.

Comité consultatif national de la biotechnologie, *Le sixième rapport : Assurer le leadership au prochain millénaire*, Industrie Canada, 1998.

Conseil des ressources humaines de BIOTECanada, *An Inventory of Biotechnology Education in Canada*, novembre 1998.

Développement des ressources humaines Canada, « L'industrie de la biotechnologie au Canada (ébauche de l'Aperçu) », août 1998.

Développement des ressources humaines Canada, « La biotechnologie en agriculture (ébauche de l'Aperçu) », copie dactylographiée, août 1998. »

Développement des ressources humaines Canada, « La biotechnologie dans l'industrie forestière canadienne (ébauche de l'Aperçu) », copie dactylographiée, août 1998.

Développement des ressources humaines Canada, « La biotechnologie dans l'industrie de la pêche au Canada (ébauche de l'Aperçu) », copie dactylographiée, août 1998.

Développement des ressources humaines Canada, « Le secteur biopharmaceutique (ébauche de l'Aperçu) », copie dactylographiée, août 1998.

Ernst and Young, *Canadian Biotech '97: Coming of Age.*

« Food for thought », *The Economist*, 19 juin 1999, édition Internet.

Gravelle, Michelle, *Skills Challenges Facing Key Sectors of the Canadian Economy. A Consultation Report*, Industrie Canada, copie dactylographiée, août 1998.

Groupe de travail sur les problèmes du marché du travail, *Sectoral Skill Needs and the Role of Universities*, Office for Partnerships for Advanced Skills, Conseil des universités de l'Ontario, ministère de l'Éducation et de la Formation de l'Ontario, mars 1998.

Industrie Canada, *Bio-industries : Partie I – Vue d'ensemble et perspectives*, La série des Cadres de compétitivité sectorielle, Direction générale des bio-industries, 1997.

Industrie Canada, *Bio-industries, Analyse contextuelle*, Cadre de compétitivité sectorielle, site Web de *Strategis* (**http://strategis.ic.gc.ca**), juin 1998.

Industrie Canada, *Fiche documentaire : Les avantages de la biotechnologie*, Direction générale des bio-industries, août 1998.

Industrie Canada, *L'industrie pharmaceutique : Partie I – Vue d'ensemble et perspectives*, La série des Cadres de compétitivité sectorielle, Direction des sciences de la santé, 1997.

Industrie Canada, *Renouvellement de la stratégie canadienne en matière de biotechnologie* (divers dossiers et articles), Groupe de travail sur la stratégie canadienne en matière de biotechnologie, printemps 1998.

Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie, *Biotech Québec 1997 – Portrait de l'industrie*, Direction des industries de la santé.

« Patents vital, biotech leader says », *The Globe and Mail*, 28 novembre 1996.

Sangster, Derwyn, *Compétences essentielles dans cinq industries canadiennes : un rapport sur des entrevues menées dans chacun des secteurs*, document préparé pour le Groupe d'experts sur les compétences, Conseil consultatif des sciences et de la technologie, juin 1999.

The Paget Consulting Group Inc., *Building Long-Term Capability Now: Canadian Human Resources Study in Biotechnology, The Paget Report*,] 1996.

« Who's Afraid », *The Economist*, 19 juin 1999, édition Internet.

Sites Web :

Ag-West Biotech (Saskatoon) : **http://www.agwest.sk.ca/**

B.C. Biotechnology Alliance : **http://www.biotech.bc.ca/cfm/index.cfm**

Conseil des ressources humaines de BIOTECanada : **http://www.biotech.ca/**

Centre québécois d'innovation en biotechnologie : **http://www.cqib.org/index.htm**

InfoBiotech Canada : **http://fox.cisti.nrc.ca/ibc/index_f.html**

Association canadienne de l'industrie du médicament : **http://www.pmac-acim.org/**

Toronto Biotechnology Initiative : **http://www.torontobiotech.org/**

Annexe II : Secteurs de l'industrie de la biotechnologie (tels qu'ils sont décrits dans l'enquête de 1997 sur les entreprises de biotechnologie de Statistique Canada)

Aquaculture

- Santé des poissons (p. ex., diagnostic, thérapeutique)
- Génétique des stocks reproducteurs (p. ex., repérage des traits supérieurs, modifications et génie génétiques)
- Bioextraction (p. ex., carraghénane des algues marines, protéines antigel des poissons, arômes)

Bioagriculture

- Biotechnologie végétale (p. ex., culture de tissus, embryogenèse, marqueurs génétiques, génie génétique)
- Biotechnologie animale (p. ex., diagnostic, thérapeutique, transplantation d'embryons, marqueurs génétiques, génie génétique)
- Biofertilisants, biopesticides, bioherbicides, additifs alimentaires biologiques, antiparasitaires microbiens (p. ex., bactéries, champignons, levures)
- Applications de produits agricoles (p. ex., combustibles, lubrifiants, denrées et charges alimentaires de laboratoire, cosmétiques)
- Bioprocédés (p. ex., utilisation d'enzymes et de cultures bactériennes)

Bio-informatique

- Génome humain et modélisation moléculaire (p. ex., séquençage de l'ADN, de l'ARN et des protéines, et bases de données pour les humains, les plantes, les animaux et les micro-organismes)

Environnement

- Biofiltration (p. ex., traitement des émissions organiques dans l'air et dans l'eau)
- Biorestauration et phytorestauration (p. ex., décontamination des sites pollués par des déchets toxiques à l'aide de micro-organismes)
- Diagnostic (p. ex., détection des substances toxiques au moyen de bio-indicateurs, biocapteurs, diagnostic sérologique)

Exploitation minière, énergie, pétrole, produits chimiques

- Extraction de minerais et de pétrole améliorée par la microbiologie
- Bioprocédés industriels (p. ex., biodésulfuration, biocraquage, biorécupération)

Produits forestiers

- Sylviculture (p. ex., ectomycorhizia, culture de tissus, embryogenèse somatique, marqueurs génétiques, génie génétique)
- (Détergents) Bioprocédés industriels (p. ex., réduction en pâte et blanchiment biologiques, prévention biologique des taches de sève)

Santé humaine

- Diagnostic (p. ex., diagnostique sérologique, analyseurs de gènes, biocapteurs)
- Thérapeutique (p. ex., vaccins, stimulants immunitaires, biopharmaceutique, conception rationnelle des médicaments, chimie combinatoire)
- Thérapie génique (p. ex., séquençage, fabrication et insertion des gènes)

Transformation des aliments

- Aliments fonctionnels et nutraceutiques (p. ex., probiotique, acides gras non saturés)

Autres

- Synthèse chimique ou biologique sur demande (p. ex., peptides, nucléotides, hormones, facteurs de croissance, biochimie)

ANNEXE III – ENTREVUES

M. Charles Bourgeois
Vice-président executif
Montréal TechnoVision Inc.
550 Sherbrooke ouest, suite 100
Montréal, Québec H3A 1B9
Tel. (514) 840-1144
E-mail: **Csb@mtltv.org**

M. Michel Côté
Directeur général
Centre de liaison de PharmaVision Québec inc.
550 ouest, rue Sherbrooke
Montréal, Québec H3A 1B9
Tel. (514) 844-2228
E-mail: **Pharmavision@frsq.gouv.qc.ca**

M. Yves-J. Fournier
Conseiller en developpement industriel
Ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie
Direction des Industries de la santé
710 Place Youville, 8e etage
Québec, G1R 4Y4
Tel. (418) 691-5698 poste 4917
E-mail: **Yj.fournier@micst.gouv.qc.ca**

Dr. Paul T. Hough
Vice-President,
BioteCanada
130, rue Albert, suite 420
Ottawa, Ontario K1P 5G4
Tel. (613) 230-5585
E-mail: **hough@biotech.ca**

M. Terrance Hunsley
Directeur exécutif
Conseil des ressources humaines en biotechnologie
130, rue Albert, suite 420
Ottawa, Ontario K1P 5G4
Tel. (613) 235-1402
E-mail: **terry@biotech.ca**

M. Roger Marchand
Directeur
Ministère de l'Industrie, du Commerce,de la Science et de la Technologie
Direction des Industries de la santé
770 ouest, rue Sherbrooke
Montréal, Québec H3A 1G1
Tel. (514) 982-3037
E-mail: **Roger.marchand@micst.gouv.qc.ca**

Mr. Roy Atkinson
Directeur exécutif
Secrétariat canadien de la biotechnologie
Édifice C. D. Howe
235, rue Queen, Ottawa
K1A 0H5
Tel. (613) 946-8926

Mme. Stella Deacon
Agent senior des politiques
Secrétariat canadien de la biotechnologie
Édifice C. D. Howe
235, rue Queen, Ottawa
K1A 0H5
Tel. (613) 946-8928

M. George Michaliszyn
Directeur
Sciences de la vie
Industrie Canada
235, rue Queen, 9e étage est
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 954-3071

Mr. John Jaworski
Agent principal de développement industriel
Sciences de la vie
Industrie Canada
235, rue Queen, 9e étage est
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Tel. (613) 952-4209
E-mail: **jaworski.john@ic.gc.ca**